(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105942975 A
(43)申请公布日 2016.09.21

(21)申请号 201610247976.8

(22)申请日 2016.04.20

(71)申请人 西安电子科技大学
地址 710071 陕西省西安市太白南路2号

(72)发明人 石光明 王凯 王永杰 李甫
李文灿 李宇琛 王晓甜

(74)专利代理机构 陕西电子工业专利中心
61205
代理人 田文英 王品华

(51)Int.Cl.
A61B 5/00(2006.01)
A61B 5/0476(2006.01)

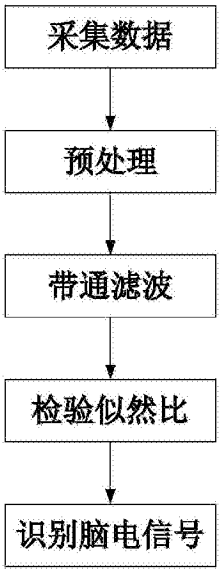
权利要求书3页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

基于稳态视觉诱发的脑电信号处理方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于稳态视觉诱发的脑电信号处理方法，其实现过程是：(1)利用采集系统采集受试者在不同视觉频率刺激下的脑电信号；(2)对脑电信号进行预处理；(3)利用滤波器组对预处理后的脑电信号进行滤波；(4)利用似然比计算方法计算滤波后的脑电信号与不同视觉刺激频率之间的似然比，得到一个似然比组；(5)从似然比组中，找出最大的似然比所对应的视觉刺激频率，完成对脑电信号的识别。本发明同时利用了滤波器组和似然比检验，克服了现有技术识别目标个数较少的缺点，增加了识别目标的个数，提高了脑电信号的识别准确率。



CN 105942975 A

1.一种基于稳态视觉诱发的脑电信号处理方法,包括如下步骤:

(1)采集数据:

脑电信号采集系统通过受试者佩戴的电极帽,采集受试者在视觉刺激显示屏上按不同频率闪烁的40个白色正方形块的刺激下,电极帽上所有电极的1024个采样点的脑电信号;

(2)预处理:

(2a)用受试者电极帽上每个电极采集的脑电信号减去所有电极脑电信号的均值,得到基线校正后的脑电信号;

(2b)利用EEGLAB软件,在基线校正后的脑电信号中截取受试者在视觉刺激过程中的脑电信号,得到截取后的脑电信号;

(2c)将截取后的脑电信号降采样,得到预处理后的脑电信号;

(3)带通滤波:

(3a)利用通带频率的计算公式,分别计算每个滤波器的通带频率,用所得到的通带频率构建一个带通滤波器,将5个带通滤波器构成一个带通滤波器组;

(3b)利用带通滤波器组对预处理后的脑电信号进行滤波,得到子频带脑电信号矩阵组;

(4)检验似然比:

(4a)利用参考信号公式,计算每个视觉刺激频率的参考信号矩阵,将所有视觉刺激频率的参考信号矩阵组成一个参考信号组;

(4b)从参考信号矩阵组中任意选取一个视觉刺激频率的参考信号矩阵,利用似然比计算方法,计算视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的相关系数;

(4c)将视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的相关系数带入到滤波器影响因子公式,计算视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的似然比;

(4d)将计算得到的视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的似然比放到似然比组中;

(4e)判断参考信号矩阵组中参考信号矩阵是否选取完,若是,则执行步骤(5),否则,执行步骤(4b);

(5)识别脑电信号:

(5a)从视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的似然比组中,找出最大的似然比所对应的视觉刺激频率的参考信号矩阵;

(5b)在视觉刺激显示屏上找出闪烁频率与参考信号矩阵的视觉刺激频率相同的白色正方形块,该正方形块为被试者的刺激目标,完成对脑电信号的识别。

2.根据权利要求1所述的基于稳态视觉诱发的脑电信号处理方法,其特征在于:步骤(2c)中所述的降采样是指,取截取后的1024个采样点的脑电信号采样点的1/4,得到256个采样点的脑电信号,将其作为预处理后的脑电信号。

3.根据权利要求1所述的基于稳态视觉诱发的脑电信号处理方法,其特征在于:步骤(3a)中所述的带通滤波器组中任意一个滤波器的通带频率的计算公式如下:

$f_q = f*q$

其中,f_q表示滤波器的通带频率,f表示第一个滤波器的通带频率,f=[0.001,10],q表

示当前滤波器，q＝1，2，…，5。

4.根据权利要求1所述的基于稳态视觉诱发的脑电信号处理方法，其特征在于：步骤(4a)中所述的参考信号公式如下：

$$Y_f=\begin{bmatrix}\sin(2\pi f(1/s:t))\\ \cos(2\pi f(1/s:t))\\ \vdots\\ \sin(2\pi nf(1/s:t))\\ \cos(2\pi nf(1/s:t))\end{bmatrix}$$

其中，Y_f表示每个视觉刺激频率的参考信号矩阵，sin表示取正弦操作，cos表示取余弦操作，π表示圆周率，f表示被试者的视觉刺激频率，该频率表示显示在视觉刺激显示屏上的一个白色正方形块的闪烁频率，n表示正余弦函数的谐波数目，n＝3，s表示子频带脑电信号矩阵的采样点，s＝256，t表示被试者的视觉刺激时间。

5.根据权利要求1所述的基于稳态视觉诱发的脑电信号处理方法，其特征在于：步骤(4b)中所述的似然比计算方法的具体步骤如下：

第一步，从子频带脑电信号矩阵组中任意选取一个子频带脑电信号矩阵；

第二步，按照下式，构造一个子频带脑电信号矩阵与视觉刺激频率的参考信号矩阵的和矩阵；

$$x=\begin{bmatrix}x_1\\ x_2\end{bmatrix}$$

其中，x表示子频带脑电信号矩阵与视觉刺激频率的参考信号矩阵的和矩阵，[]表示矩阵操作，x_1表示子频带脑电信号矩阵，x_2表示视觉刺激频率的参考信号矩阵；

第三步，按照下式，求解目标矩阵的均方差值：

$$\begin{cases}\bar{x}=\dfrac{1}{N}\sum_{k=1}^{N}x_k\\ \Psi=\dfrac{1}{N}\sum_{k=1}^{N}(x_k-\bar{x})(x_k-\bar{x})^{\mathrm{T}}\end{cases}$$

其中，$\bar{x}$表示目标矩阵按行求平均后得到的行均值，N表示目标矩阵每一行元素的总数，Σ表示求和操作，x_k表示目标矩阵中的第k列元素，Ψ表示目标矩阵的均方差值，T表示转置操作；

第四步，按照下式，求解子频带脑电信号矩阵x_1与视觉刺激频率的参考信号矩阵x_2之间的相关系数：

$$r=1-\left(\frac{|\Psi_1|}{|\Psi_{11}|*|\Psi_{22}|}\right)^{1/v_2}$$

其中，r表示子频带脑电信号矩阵x_1与视觉刺激频率的参考信号矩阵x_2之间的相关系数，Ψ_1表示和矩阵x的均方差值，Ψ_{11}表示子频带脑电信号矩阵x_1的均方差值，*表示乘法操作，Ψ_{22}表示视觉刺激频率的参考信号矩阵x_2的均方差值，v_2表示视觉刺激频率的参考信号矩阵x_2行的总数；

第五步，判断子频带脑电信号矩阵组中子频带脑电信号矩阵是否选取完，若是，则得到视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的相关系数，否则，执行第二步。

6.根据权利要求1所述的基于稳态视觉诱发的脑电信号处理方法，其特征在于：步骤(4c)中所述的滤波器影响因子公式如下：

$$\begin{cases} w_j = j^{-a} + b \\ \rho = \sum_{q=1}^{5} w_j * (r_j)^2 \end{cases}$$

其中，w_j表示第j个子频带脑电信号矩阵与视觉刺激频率的参考信号矩阵之间的系数权重，a表示乘性权重因子，a＝1.25，b表示加性权重因子，b＝0.25，ρ表示视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的似然比，Σ表示求和操作，q表示当前滤波器，q＝1，2，…，5，r_j表示第j个子频带脑电信号矩阵与视觉刺激频率的参考信号矩阵之间的相关系数。

基于稳态视觉诱发的脑电信号处理方法

技术领域

[0001] 本发明属于信息技术领域，更一步涉及在生命科学技术领域中应用脑-机接口(Brain-Computer Interface，BCI)系统对稳态视觉诱发脑电信号的处理方法。本发明通过对稳态视觉诱发脑电信号的处理，最终用于单词拼写、控制轮椅、控制机器人等具有稳态视觉诱发脑-机接口的脑电产品控制。

背景技术

[0002] 稳态视觉诱发是大脑视觉皮层对处于视觉中心的闪烁刺激的一种生物反馈。研究证明，处于视觉中心的闪烁刺激能够对视觉皮层的神经元群在特定模式上的神经活动产生增强作用，从而对脑电信号特定频率成分的幅度进行调控，且频率响应在视觉刺激频率及其倍频处较强。因此，通过对受试者稳态视觉诱发脑电信号的分析，判别受试者视觉刺激频率，从而实现对外界装置的控制。目前，稳态视觉诱发脑电信号的分析方法有典型相关分析方法和功率谱分析方法等。

[0003] 华南理工大学拥有的专利技术“一种基于多模态脑机接口的意识状态监测方法”(申请号201510253168.8，申请日2015.05.15，授权号CN 104921723A，授权日2015.09.23)中提出一种基于多模态脑机接口的意识状态监测方法。该专利技术将P300和稳态视觉诱发相结合，将P300和稳态视觉诱发分开设计，脑电数据被分成两份，最后采用相加的法则来结合P300和稳态视觉诱发的检测结果，增加了算法的复杂度，在一定程度上提高了拼写准确率。该方法存在的不足之处是，视觉刺激时间比较长，不仅会使被试者产生视觉疲劳，影响识别的准确率，而且不适用于实时检测。

[0004] 邓志东在其发表的论文“一种基于SSVEP的仿人机器人异步脑机接口控制系统”(机器人，2011，33(2)：129-135)中提出了一种基于SSVEP的仿人机器人的控制方法。该方法通过对脑电信号进行特征提取和模式分类，来判别使用者的控制意图，实现了对机器人的远程控制。该方法存在的不足之处是，使用者的控制屏幕只有上下左右四个刺激目标，代表可以实现四种不同的控制命令，但在实际应用中四种控制命令相对较少，难以满足人们的要求。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述已有技术的不足，提出一种基于稳态视觉诱发的脑电信号处理方法。

[0006] 实现本发明目的的基本思路是：将采集的多通道脑电信号做预处理；利用滤波器组对预处理后的脑电信号进行滤波，充分利用脑电信号的谐波信号；同时使用似然比检验对数据的高利用率特性，在视觉刺激时间较短、刺激目标较多的情况下，完成对脑电信号的识别。

[0007] 为实现上述目的，本发明具体实现步骤包括如下：

[0008] (1)采集数据：

[0009] 脑电信号采集系统通过受试者佩戴的电极帽，采集受试者在视觉刺激显示屏上按不同频率闪烁的40个白色正方形块的刺激下，电极帽上所有电极的1024个采样点的脑电信号；

[0010] (2)预处理：

[0011] (2a)用受试者电极帽上每个电极采集的脑电信号减去所有电极脑电信号的均值，得到基线校正后的脑电信号；

[0012] (2b)利用EEGLAB软件，在基线校正后的脑电信号中截取受试者在视觉刺激过程中的脑电信号，得到截取后的脑电信号；

[0013] (2c)将截取后的脑电信号降采样，得到预处理后的脑电信号；

[0014] (3)带通滤波：

[0015] 利用带通滤波器组对预处理后的脑电信号进行滤波，得到子频带脑电信号矩阵组；

[0016] (4)检验似然比：

[0017] (4a)利用参考信号公式，计算每个视觉刺激频率的参考信号矩阵，将所有视觉刺激频率的参考信号矩阵组成一个参考信号组；

[0018] (4b)从参考信号矩阵组中任意选取一个视觉刺激频率的参考信号矩阵，利用似然比计算方法，计算视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的相关系数；

[0019] (4c)将视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的相关系数带入到滤波器影响因子公式，计算视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的似然比；

[0020] (4d)将计算得到的视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的似然比放到似然比组中；

[0021] (4e)判断参考信号矩阵组中参考信号矩阵是否选取完，若是，则执行步骤(5)，否则，执行步骤(4b)；

[0022] (5)识别脑电信号：

[0023] (5a)从视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的似然比组中，找出最大的似然比所对应的视觉刺激频率的参考信号矩阵；

[0024] (5b)在视觉刺激显示屏上找出闪烁频率与参考信号矩阵的视觉刺激频率相同的白色正方形块，该正方形块为被试者的刺激目标，完成对脑电信号的识别。

[0025] 本发明与现有技术相比有以下优点：

[0026] 第一、由于本发明采用了似然比检验的方法分析脑电信号，充分的利用了脑电信号的每个数据对整组数据的影响，因此只需要少量的数据就可以实现目标识别，克服了现有技术中刺激时间比较长，不适用于实时检测的缺点，使得本发明能够缩短刺激时间，实现实时检测。

[0027] 第二、由于本发明在分析脑电信号前，采用了一个滤波器组对脑电信号进行滤波，充分的利用了脑电信号中的谐波信号，减少了相邻目标之间的干扰，克服了现有技术无法精确分辨目标个数相对较多的缺点，使得本发明增加了识别目标的个数，提高了脑电信号的识别准确率。

附图说明

[0028] 图1为本发明的流程图；

[0029] 图2为本发明视觉刺激的时序图；

[0030] 图3为本发明与现有技术对脑电信号识别的准确率随视觉刺激时间的变化曲线图。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图对本发明做进一步的描述。

[0032] 参照附图1，本发明的具体步骤如下。

[0033] 步骤1，采集数据。

[0034] 脑电信号采集系统通过受试者佩戴的电极帽，采集受试者在视觉刺激显示屏上按不同频率闪烁的40个白色正方形块的刺激下，电极帽上所有电极的1024个采样点的脑电信号。

[0035] 参考图2，本发明视觉刺激的时序是：开始0秒至1秒时被试者休息，随后40个白色正方形块按照不同的频率闪烁，并持续4秒，受试者在此期间选择一个白色正方形块注视4秒，进行视觉刺激。每次视觉刺激后休息1秒，然后再选择另一个闪烁块凝视4秒，重复40次。

[0036] 受试者佩戴电极帽，坐在椅子上平视距其60cm左右的视觉刺激显示屏。脑电信号采集系统的采样频率为1024Hz，测试电极分别为O1，O2，Oz，PO7，PO8，POz，P3，P4，Pz。在本发明采集数据步骤中，视觉刺激显示屏上有40个代表不同字母的白色正方形块，当刺激开始时40个白色正方形块按照不同的频率闪烁。

[0037] 步骤2，预处理。

[0038] 用受试者电极帽上每个电极采集的脑电信号减去所有电极脑电信号的均值，得到基线校正后的脑电信号。

[0039] 利用EEGLAB软件，在基线校正后的脑电信号中截取受试者在视觉刺激过程中的脑电信号，得到截取后的脑电信号。

[0040] 将截取后的脑电信号降采样，得到预处理后的脑电信号。

[0041] 降采样是指取截取后的1024个采样点的脑电信号采样点的1/4，得到256个采样点的脑电信号，将其作为预处理后的脑电信号。

[0042] 步骤3，带通滤波。

[0043] 利用通带频率的计算公式，分别计算每个滤波器的通带频率，用所得到的通带频率构建一个带通滤波器，将5个带通滤波器组成一个带通滤波器组。

[0044] 通带频率的计算公式如下：

[0045] $f_q = f*q$

[0046] 其中，f_q表示每一个滤波器的通带频率，f表示第一个滤波器的通带频率，根据脑电信号的频率范围，选取f＝[0.001，10]，q表示当前滤波器，q＝1，2，…，5。

[0047] 利用带通滤波器组对预处理后的脑电信号进行滤波，得到子频带脑电信号矩阵组。

[0048] 步骤4，检验似然比。

[0049] (4a)利用参考信号公式，计算每个视觉刺激频率的参考信号矩阵，将所有视觉刺激频率的参考信号矩阵组成一个参考信号组。

[0050] 参考信号公式如下：

[0051] $$Y_f=\begin{bmatrix}\sin(2\pi f(1/s:t))\\ \cos(2\pi f(1/s:t))\\ \vdots\\ \sin(2\pi nf(1/s:t))\\ \cos(2\pi nf(1/s:t))\end{bmatrix}$$

[0052] 其中，Y_f表示每个视觉刺激频率的参考信号矩阵，sin表示取正弦操作，cos表示取余弦操作，π表示圆周率，f表示被试者的视觉刺激频率，该频率表示显示在视觉刺激显示屏上的一个白色正方形块的闪烁频率，n表示正余弦函数的谐波数目，n＝3，s表示子频带脑电信号矩阵的采样点，s＝256，t表示被试者的视觉刺激时间。

[0053] (4b)从参考信号矩阵组中任意选取一个视觉刺激频率的参考信号矩阵，利用似然比计算方法，计算视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的相关系数，其具体步骤如下：

[0054] 第一步，从子频带脑电信号矩阵组中任意选取一个子频带脑电信号矩阵。

[0055] 第二步，按照下式，构造一个子频带脑电信号矩阵与视觉刺激频率的参考信号矩阵的和矩阵：

[0056] $$x=\begin{bmatrix}x_1\\ x_2\end{bmatrix}$$

[0057] 其中，x表示子频带脑电信号矩阵与视觉刺激频率的参考信号矩阵的和矩阵，[]表示矩阵操作，x_1表示子频带脑电信号矩阵，x_2表示视觉刺激频率的参考信号矩阵。

[0058] 第三步，按照下式，求解目标矩阵的均方差值：

[0059] $$\begin{cases}\bar{x}=\dfrac{1}{N}\sum_{k=1}^{N}x_k\\ \Psi=\dfrac{1}{N}\sum_{k=1}^{N}(x_k-\bar{x})(x_k-\bar{x})^{\mathrm{T}}\end{cases}$$

[0060] 其中，$\bar{x}$表示目标矩阵按行求平均后得到的行均值，N表示目标矩阵每一行元素的总数，Σ表示求和操作，x_k表示目标矩阵中的第k列元素，Ψ表示目标矩阵的均方差值，T表示转置操作。

[0061] 第四步，按照下式，求解子频带脑电信号矩阵x_1与视觉刺激频率的参考信号矩阵x_2之间的相关系数：

[0062] $$r=1-\left(\frac{|\Psi_1|}{|\Psi_{11}|*|\Psi_{22}|}\right)^{1/v_2}$$

[0063] 其中，r表示子频带脑电信号矩阵x_1与视觉刺激频率的参考信号矩阵x_2之间的相关系数，Ψ_1表示和矩阵x的均方差值，Ψ_{11}表示子频带脑电信号矩阵x_1的均方差值，*表示乘法操作，Ψ_{22}表示视觉刺激频率的参考信号矩阵x_2的均方差值，v_2表示视觉刺激频率的参考信

号矩阵x_2行的总数。

[0064] 第五步，判断子频带脑电信号矩阵组中子频带脑电信号矩阵是否选取完，若是，则得到视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的相关系数，执行步骤(4c)，否则，执行本步骤的第二步。

[0065] (4c)将视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的相关系数带入到滤波器影响因子公式，计算视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的似然比。

[0066] 滤波器影响因子公式如下：

[0067] $$\begin{cases} w_j = j^{-a} + b \\ \rho = \sum_{q=1}^{5} w_j * (r_j)^2 \end{cases}$$

[0068] 其中，w_j表示第j个子频带脑电信号矩阵与视觉刺激频率的参考信号矩阵之间的系数权重，a表示乘性权重因子，a＝1.25，b表示加性权重因子，b＝0.25，ρ表示视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的似然比，Σ表示求和操作，q表示当前滤波器，q＝1，2，…，5，r_j表示第j个子频带脑电信号矩阵与视觉刺激频率的参考信号矩阵之间的相关系数。

[0069] (4d)将计算得到的视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的似然比放到似然比组中。

[0070] (4e)判断参考信号矩阵组中参考信号矩阵是否选取完，若是，执行步骤5，否则，执行步骤(4b)。

[0071] 步骤5，识别脑电信号。

[0072] 从视觉刺激频率的参考信号矩阵与子频带脑电信号矩阵组之间的似然比组中，找出最大的似然比所对应的视觉刺激频率的参考信号矩阵。

[0073] 在视觉刺激显示屏上找出闪烁频率与参考信号矩阵的视觉刺激频率相同的白色正方形块，该正方形块为被试者的刺激目标，完成对脑电信号的识别。

[0074] 下面通过仿真对本发明的效果做进一步说明。

[0075] 1.仿真条件：

[0076] 本发明的仿真实验是在MATLABR2010a的软件环境下进行的。#

[0077] 2.仿真内容：

[0078] 视觉刺激界面上40个正方形块的闪烁频率依次为：8.0Hz，8.2Hz，……，15.8Hz，每次增加0.2Hz。选择自愿参与本次实验的10名大学生或研究生作为被试者，其中男性5名，女性5名，年龄在20～25岁之间，平均年龄为23岁，视力或矫正视力正常。每个被试者共做6组实验，每组包括40个闪烁周期，被试者与视觉刺激屏幕的距离为60cm，视线基本保持与屏幕中心平行，在每组实验结束后让被试者休息3分钟。

[0079] 3.仿真效果分析：

[0080] 图3给出了脑电信号的识别准确率随视觉刺激时间的变化曲线。图3中的横坐标表示视觉刺激时间，纵坐标表示脑电信号的识别准确率。图3中以五角星标识的曲线表示本发明对脑电信号的识别准确率的曲线。图3中以圆圈标识的曲线表示现有技术中的典型相关分析方法对脑电信号的识别准确率的曲线。图3中以正方形标识的曲线表示现有技术中的

LRT方法对脑电信号的识别准确率的曲线。图3中以菱形标识的曲线表示现有技术中的功率谱分析法方法对脑电信号的识别准确率的曲线。比较图3中的四条曲线可以看出，在视觉刺激时间较短的情况下，本发明所述方法对脑电信号的识别准确率要明显高于现有方法，说明本发明的方法对脑电信号的识别要优于现有方法。

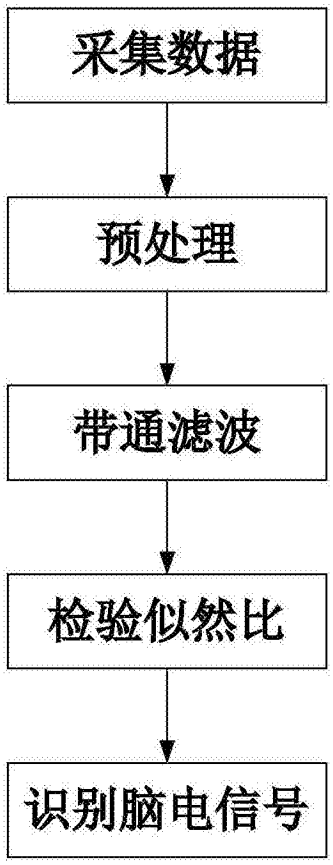


图1

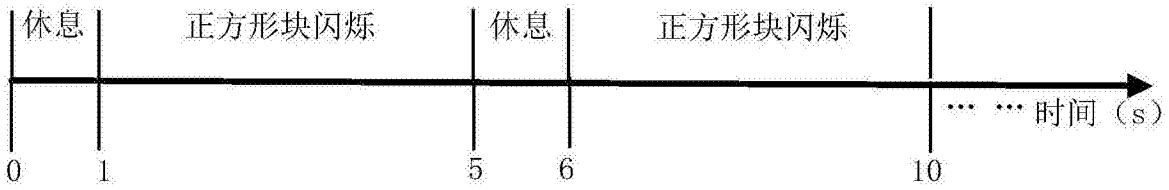


图2

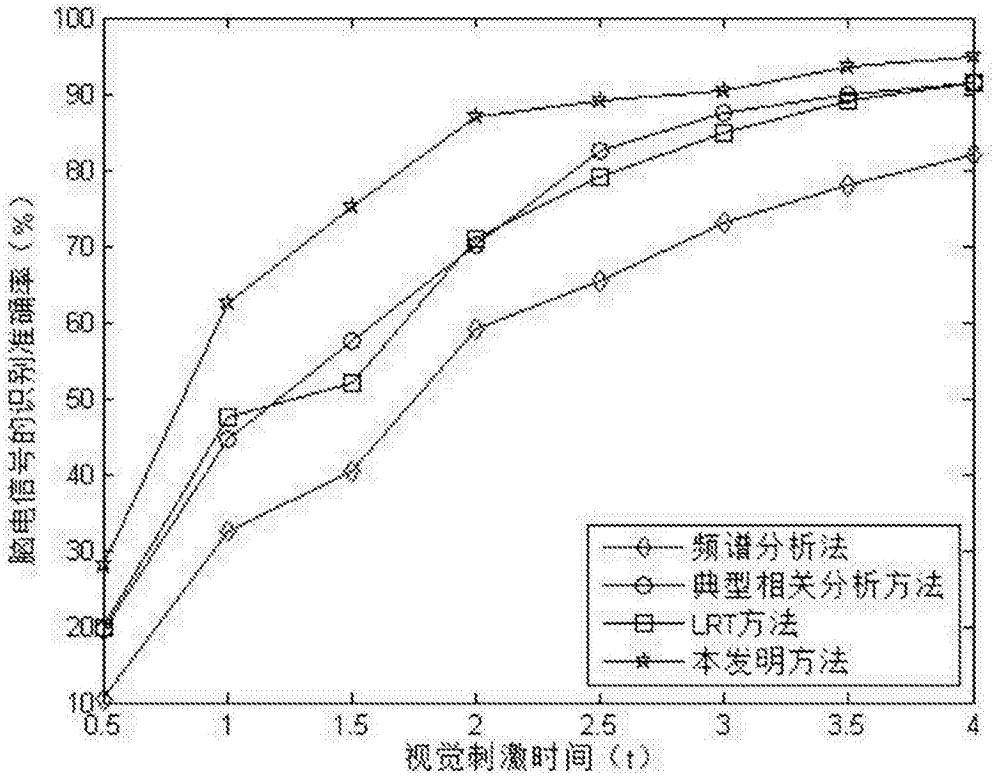
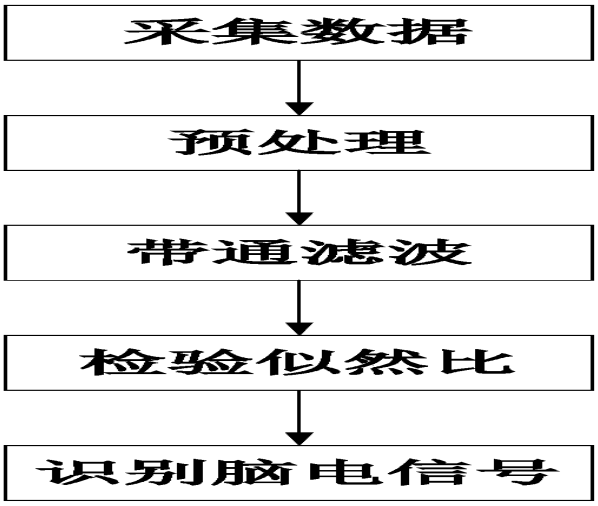

脑电信号的识别准确率（%）
视觉刺激时间（t）
频谱分析法
典型相关分析方法
LRT方法
本发明方法
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4

图3

专利名称(译)	基于稳态视觉诱发的脑电信号处理方法		
公开(公告)号	CN105942975A	公开(公告)日	2016-09-21
申请号	CN201610247976.8	申请日	2016-04-20
[标]申请(专利权)人(译)	西安电子科技大学		
申请(专利权)人(译)	西安电子科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	西安电子科技大学		
[标]发明人	石光明 王凯 王永杰 李甫 李文灿 李宇琛 王晓甜		
发明人	石光明 王凯 王永杰 李甫 李文灿 李宇琛 王晓甜		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0476		
CPC分类号	A61B5/0476 A61B5/7225 A61B5/725		
其他公开文献	CN105942975B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于稳态视觉诱发的脑电信号处理方法，其实现过程是：(1)利用采集系统采集受试者在不同视觉频率刺激下的脑电信号；(2)对脑电信号进行预处理；(3)利用滤波器组对预处理后的脑电信号进行滤波；(4)利用似然比计算方法计算滤波后的脑电信号与不同视觉刺激频率之间的似然比，得到一个似然比组；(5)从似然比组中，找出最大的似然比所对应的视觉刺激频率，完成对脑电信号的识别。本发明同时利用了滤波器组和似然比检验，克服了现有技术识别目标个数较少的缺点，增加了识别目标的个数，提高了脑电信号的识别准确率。